

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 中文點字觸摸顯示器之熱傳分析與量測 ( I ) Heat Transfer Analysis and Measurement of the Chinese Braille Display ( I )

計畫編號：NSC 88-2614-E-032-003

執行期限：87 年 8 月 1 日至 88 年 7 月 31 日

主持人：顏政雄 淡江大學機械工程研究所

### 一、中文摘要

本研究係針對發展之中文點字觸摸顯示器評估及分析其熱傳特性及散熱能力，之後再以適當的方法積極改進散熱效益。

本報告為第一年計畫結案報告，在本年度中已完成溫度量測實驗，分別包含自然冷卻與強制冷卻環境下的單片點字方與組裝完整點字觸摸顯示器之溫度量測。自然冷卻下單片點字方實驗所得之最高溫度為  $37.4^{\circ}\text{C}$  而強制冷卻環境下為  $34.5^{\circ}\text{C}$ 。在完整組裝後之溫度量測實驗結果方面，無風扇散熱下為  $71.8^{\circ}\text{C}$ ，有風扇散熱下為  $44.1^{\circ}\text{C}$ 。雖然風扇散熱下散熱效率達  $38.6\%$ ，惟風散所造成之噪音與積塵問題，將為未來改善之要點之一。除實驗外研究中亦採軟體模擬分析單片點字方自然冷卻結果，最高溫度為  $38.3^{\circ}\text{C}$ 。此數值分析模型結果已確與實驗數據相近；即可擴展運用至完整組裝分析，進而縮短設計時程。

下年度計畫將著重於散熱設計，包含使用風扇個數、風扇擺置地點、風扇效能探討、進出風口防塵設計、新散熱元件選用與新設計之驗證等。

關鍵詞：數值分析、有限元素、自然冷卻、強制冷卻

### Abstract

In this study, the heat transfer characteristics of the Chinese Braille display are examined. Experiments and numerical simulations are used to analyze and evaluate the heat transfer capability of the Braille display. Suitable methods in improving the heat transfer capability are proposed.

In the first year study of this project, heat transfer experiments of a single Braille unit and a complete assembled Braille display under natural cooling and forced air cooling are accomplished. The highest temperature measured in a single Braille unit experiment is  $37.4^{\circ}\text{C}$ . The result obtained from the numerical simulation is  $38.3^{\circ}\text{C}$ . This shows the numerical simulation model can be applied for further examinations. Experiments results of the complete assembled Braille display with and without fan cooling are  $44.1^{\circ}\text{C}$  and  $71.8^{\circ}\text{C}$ , respectively. Though  $38.6\%$  of the heat are reduced, but problems of noise and dirt accumulation are found.

In the next year of this project, heat transfer design will be emphasized. Number, location, efficiency, and dirt proving design of fans will be analyzed.

Keyword : Numerical simulations, finite element, natural cooling, forced air cooling

## 二、緣由與目的

盲用電腦中文點字觸摸顯示器屬可攜型電子裝備之一，因此在設計之初即考慮到先進電子裝備所要求的”輕薄短小”與功能齊備之特性 [1]。由於設計的體積要求越來越小，確也造成單位體積內的熱量急速增加。隨著溫度的升高相關電子零件的可靠性也隨之減少 [2]。為了避免點字觸摸顯示器零組件在過熱環境下操作而導致壽命降低、性能劣化及故障率增加等缺失，研究設計中即必須加強散熱能力的考慮。

一般普通電腦產品上運用之散熱設計重點在於如何降低系統內部的溫度，並使系統產生的熱量能迅速傳遞至外界，進而降低系統內部熱量的累積。因此在點字觸摸顯示器設計之初首先必須明瞭系統的使用環境、可靠度要求，以及元件參數特性等，方可遵循大多數機電設備的構裝準則來進行佈置。對於封閉設備內自然對流所引起的熱傳現象 Began[3], Catton[4], Ostrach[5] 等人曾詳加研究。不過面對構裝日益複雜或有特殊要求的電腦產品時，散熱設計就不僅僅只是單獨利用傳導、對流或輻射的熱傳原理即能輕鬆解決，此要時還須妥善地結合更廣泛的技術，諸如：不同的塗裝技術與不同的製程技巧等，方足以大幅改善過熱現象。

## 三、研究流程與重點

在盲用電腦中文點字觸摸顯示器的熱傳研究中，系統的溫度分佈狀況與散熱能力將是影響此產品性能的主要關鍵，因此研究中先以 I-DEAS 軟體建構出顯示器模型，再透過 ANSYS 軟體進行熱傳分析；其後在分析數據與實驗結果進行比較後，再完成觸摸顯示器整體熱傳量測與分析，本研究流程如圖二所示。

為了驗證分析數據的可靠性，整個研究分將為四大部分討論之。第一部分以軟體模擬分析為主，此部份包含軟

體的單獨作業與整合運用。而第二部分則採用實驗量測的模式來進行研究。此部份運用循序漸進的方法將點字觸摸顯示器點字顯示方依照單片、三片及整體組裝的模式來進行測量。單片的量測以取得點字方在自然環境與強制冷卻環境下的溫度為主，三片的組合測量則作為單片的溫升比較與整體組裝時溫升的參考。第三部分則合併一、二兩部分的結果予以比較及分析。最後針對原設計缺失進行改良，並確立階段性的總結設計與未來持續研究方向的規劃。

## 四、分析結果與討論

中文點字觸摸顯示器於熱傳改善前在整體組裝及無風扇對流情況下，經過三個小時測試後最高溫度已高達  $71.1^{\circ}\text{C}$ 。如此高的溫度除了造成操作者的使用不適之外，更讓點字桿與點字顯示方機板開始產生過熱變形及焦化現象，此時所顯示點字的準確度亦開始大幅下降。實驗持續進行至第四小時後點字觸摸顯示器的溫度終於達到穩定，此時最高溫度為  $71.8^{\circ}\text{C}$ ；不過也因嚴重的變形與焦化導致機器完全無法使用。圖一所示即為因過熱而產生焦化與變形的點字方與點字桿。基於上述缺失，後續研究上即就環境參數改變影響進行一連串的實驗與探討。

計畫中先針對散熱影響依序完成點字觸摸顯示器之熱傳實驗量測與分析。首先完成自然冷卻與強制冷卻環境下的單片點字方溫度量測，接而再完成完整組裝後之溫度量測。探討中量測點規劃如圖三所示。經實驗量測自然冷卻下單片點字方所得之最高溫度均位於繼電器上，為  $37.4^{\circ}\text{C}$ ，如表一所示。另強制冷卻環境下為  $34.5^{\circ}\text{C}$  亦位於繼電器上，如表二所示。研究中除實驗外亦採軟體熱傳分析，其中單片點字顯示方自然冷卻結果為  $38.3^{\circ}\text{C}$ ，其溫度分佈如圖四所示。因之熱傳軟體分析結果已確與實驗數據相近。在完整組裝後之溫度量測實驗結果方面，無風扇散熱下

為 71.8 °C，有風扇散熱下為 44.1 °C，分如表三及四所示。雖然風扇散熱下散熱效率達 38.6%，惟風散所造成之噪音與積塵問題，將為未來改善之要點之一。

## 五、計畫成果自評

1. 由實驗量測結果得知中文點字觸摸顯示器受溫度影響時的臨界壽命；此外藉由簡易的風扇強制對流即可提高觸摸顯示器的操作壽命。
2. 點字觸摸顯示器之熱傳與量測分析結果除可確立此產品之可靠性、增加使用者的舒適性，並作為未來發展的參考準則外；所得經驗亦可提供其他身心障礙輔具設計之參考。
3. 研究建立與整理之數值分析模型與資料可作為後續改良的依據，並減少不必要的模型材料與時程浪費。
4. 本年度研究成果已發表於中國機械工程師學會第十五屆學術研討會，經與與會研究人員心得交換，期能使此項研究更臻完善。

## 六、參考文獻

- [1] Ochiai N., “Recent Trends in Packaging and Mounting Technologies,” *Toshiba Review*, Vol. 48, No.9, pp. 648~650, 1993.
- [2] Chung J. L., “Predicting Maximum Enclosure Temperature,” *Machine Design* / September 24. 1987.
- [3] Began A., “Convection Heat transfer,” 1<sup>st</sup> ed., *Johe Wiley Sons Pres*, New York, 1984.
- [4] Catton I., “Natural convection in Enclosure,” *Proceedings of the Sixth International Heat Transfer Conference*, Vol. B., pp. 13-110, 1978.

- [5] Ostrach S., “Natural convection in Enclosure,” *advances in Heat Transfer*, edited by J. P. Hartnett and T.f. Irrine, Vol. 8, pp. 18-227, 1972.

表一：點字顯示方單方溫度量測結果  
(自然對流、第 20 方)

POINT NO. TIME (min)	1	2	3	4	5	6
0	28.7	28.7	28.7	28.7	28.7	28.7
30	37.3	37.3	37.4	37.3	37.2	37.3
60	37.3	37.3	37.3	37.2	37.2	37.4
90	37.4	37.4	37.2	37.4	37.3	37.2
120	37.3	37.4	37.4	37.1	37.3	37.3
180	37.3	37.4	37.4	37.3	37.2	37.4
POINT NO. TIME (min)	7	8	9	10	11	12
0	28.7	28.7	28.7	28.7	28.7	28.7
30	37.4	37.2	35.4	35.5	28.9	28.9
60	37.2	37.2	35.4	35.4	29	29
90	37.4	37.4	35.5	35.5	29.1	29.1
120	37.4	37.2	35.4	35.5	29.1	29.1
180	37.4	37.4	35.5	35.5	29.1	29

表二：點字顯示方單方溫度量測結果  
(風扇強制對流、第 20 方)

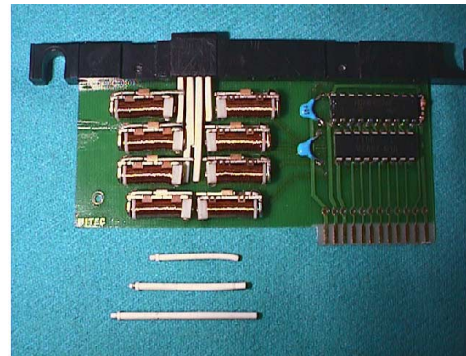
POINT NO. TIME (min)	1	2	3	4	5	6
0	29.6	29.6	29.6	29.6	29.6	29.6
30	34.2	34.8	34.4	33.2	34.3	34.9
60	33.4	34.8	33.2	33.1	33.7	34.5
90	33.3	34.9	33.2	32.3	33.8	34.6
120	33.5	34.7	33.1	32.6	33.6	34.4
180	33.2	34.5	33.4	32.5	33.1	34.2
POINT NO. TIME (min)	7	8	9	10	11	12
0	29.6	29.6	29.6	29.6	29.6	29.6
30	33.8	33.4	32.6	32.6	29.7	29.6
60	33.1	32.9	32.4	32.7	29	29.1
90	32.9	32.8	32.7	32.6	28.9	29.2
120	32.9	32.7	32.4	32.4	29	28.9
180	33	32.7	32.2	32	28.4	28.6

表三：點字顯示器完整組裝溫度量測結果  
(自然對流，第 20 方)

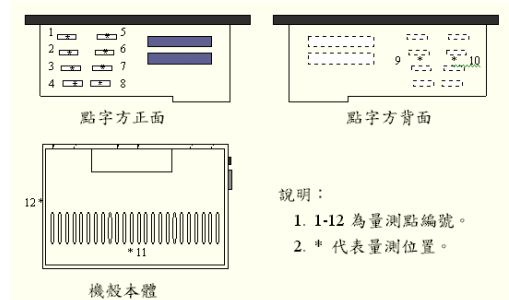
POINT NO. TIME (min)	1	2	3	4	5	6	7
0	26.3	26.3	26.3	26.3	26.3	26.3	26.3
30	47.5	50.3	47.4	46.8	48.4	50.3	50.1
60	55.8	59.2	55.1	53.6	57.6	59.5	58.5
90	60.5	63.7	58.8	57.2	62.4	64.4	62.7
120	62.9	66.4	61.2	59.3	64.9	66.9	65.2
180	65	68.6	63.1	61.1	67.3	69.2	67.2
210	65.5	69.1	63.5	61.4	67.6	69.7	67.6
240	65.7	69.4	63.8	61.6	67.9	70	67.8
POINT NO. TIME (min)	8	9	10	11	12	13	
0	26.3	26.3	26.3	26.2	26.2	26.2	
30	46.9	49.9	51.4	30.4	29.7	26.4	
60	54.2	59.5	61.4	33.7	32.3	26.6	
90	57.7	63.9	66.2	35.3	33.7	26.5	
120	59.8	66.6	68.9	36.4	34.6	26.6	
180	61.2	68.9	71.1	37.4	35.4	26.7	
210	61.7	69.4	71.6	37.4	35.7	26.9	
240	61.9	69.6	71.8	37.7	36	26.7	

表四：點字顯示器完整組裝溫度量測結果（風扇強制對流，第 20 方）

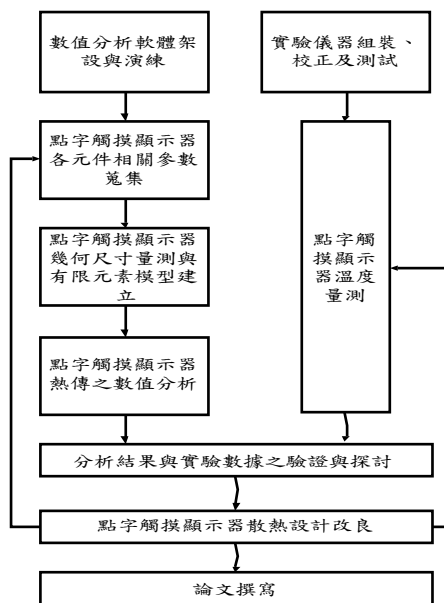
POINT NO. TIME (min)	1	2	3	4	5	6	7
0	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5
30	35.3	38.1	33.8	33.2	41.4	42.3	40.9
60	35.7	38.5	34	33.4	42.2	43	41.5
90	35.6	38.4	33.8	33.2	42.1	42.9	41.4
120	35.6	38.5	33.8	33.3	42.2	42.9	41.5
180	35.6	38.7	34.2	33.7	42.3	42.9	41.6
POINT NO. TIME (min)	8	9	10	11	12	13	
0	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	27.5	
30	35	38.3	43.1	27.4	27.4	27.3	
60	35.2	38.7	44	27.3	27.4	27.3	
90	35.1	38.6	43.9	27.3	27.3	27.3	
120	35.1	38.6	44	27.3	27.3	27.2	
180	35.2	38.8	44.1	27.7	27.7	27.6	



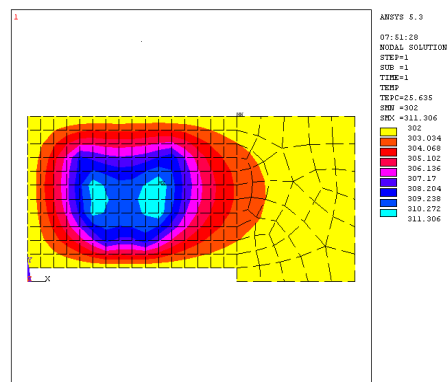
圖二：熱變形及焦化的點字方與點字桿



圖三：量測點標示圖



圖一：研究流程圖



圖四：點字方溫度分佈圖（單點發熱量 0.10854W）